

Sami Haapaniemi

LÄMMÖNTUOTANNON VALINTA KANNATTAVUUDEN
PERUSTEELLA

Rakennustekniikan koulutusohjelma
2013

LÄMMÖNTUOTANNON VALINTA KANNATAVUUDEN PERUSTEELLA

Haapaniemi, Sami
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2013
Ohjaaja: Sirén, Pekka
Sivumäärä: 22
Liitteitä: 1

Asiasanat: lämpökeskukset, maalämpöpumput, öljylämmitys,

Tämän opinnäytetyön aiheena oli tutkia Laitilan Untamalan kylässä sijaitsevaan koh- teeseen lämmöntuotantojärjestelmää. Järjestelmää valittaessa tärkein valintakriteeri oli matalat käyttökustannukset. Aikajaksoiksi valittiin 10 ja 25 vuotta, koska 10 vuo- den aikavälillä nähdään lyhyen ajan kustannukset ja 25 vuoden päästä laitteistot ovat elinikänsä päässä. Vertailtaviksi lämmitysmuodoiksi valittiin hakelämmitys, maa- lämpö ja öljylämmitys. Valintojen perusteena oli valita nykyajan trendi maalämpö, rakennusten maksimaaliset tehot huomion ottaen hakelämmitys sekä öljylämmitys, koska entinen järjestelmä oli öljyllä toimiva.

Opinnäytetyön teoreettisessa osuudessa käsitellään kunkin lämmitysjärjestelmän huoltokustannuksia sekä toissijaisena käyttömukavuutta. Eri lämmöntuotanto- järjestelmät esitetään teoreettisessa osuudessa. Teoreettisessa osuudessa käsitellään myös kuitupuun, sähkön ja öljyn hinnan kehityksen historiaa.

Opinnäytetyön laskennallisessa osuudessa lasketaan vuosikustannuksia eri järjes- telmille lyhyen ja pitkän aikavälin laskenta-ajalla ottaen huomioon hintojen nousu 1,5- tai 2-kertaiseksi sekä koron nousu neljään prosenttiin. Pitkän aikavälin tarkas- telussa huomioidaan myös laitteiden teknisen käyttöiän päätyminen ja siitä aiheu- tuneet korjauskustannukset. Tutkimus suoritettiin vuoden 2013 hintojen ja koron pe- rusteella.

Tuloksena suositellaan lämmitysjärjestelmäksi hakelämpöä. Valintaan vaikutti eniten halvin vuosikustannus, ympäristöystävällisyys ja toimintavarmuus. Hakelämmön aloituskustannukset olivat vertailtavista vaihtoehtoja toiseksi suurimmat, mutta kustannukset olivat kaiken kaikkiaan halvimmat sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä tarkasteltaessa. Hakelämmityksen huono puoli oli viikoittaiset huoltotoimet.

THE CHOISE OF HEAT PRODUCTION SYSTEM ON BASIS OF COST-EFFECTIVENESS

Haapaniemi, Sami

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction Engineering

May 2013

Supervisor: Sirén, Pekka

Number of pages: 22

Appendices: 1

Keywords: centralized heating systems, wood chips, heat pumps, oil fired boiler, annual installment

The purpose of this thesis was to compare heating systems in the target building which is located in Untamala, Laitila. When choosing the heating system the main selection criterion was low operating costs. The chosen time periods were 10 and 25 years. Short-term costs are seen in the 10-year period and after 25 years the equipment is in the end of its life cycle. Wood chip heating, ground based heat pump and oil fired heating were chosen as options to be compared. These three options were selected because the existing heating system is oil fired, ground-based heat pumps are nowadays very popular and wood chip systems are rather effective.

The theoretical part of the thesis discusses maintenance costs and comfort of use of each of above systems. Different heating systems are introduced in the theoretical part. In addition to these the theoretical part also deals with the prices of pulpwood, electricity and light heating oil.

The empirical part of the thesis consists of calculations of annual cost of different heating systems in a shorter and a longer period. The possible increase of energy prices by 1,5- and 2-fold and the increase of interest rate by 2-fold are considered in the calculations. In the long term consideration the technical lifetime of equipment and the cost of repairs are also taken into account. This research was conducted on the basis of the prices and interest rate of 2013.

As a result of this thesis wood chip heating system is recommended. The result is mainly based of cost effectiveness, friendliness to the environment and reliability of the wood chip heating. The initial cost of the wood chip heating is the second largest, but short term and long term cost are the cheapest. The disadvantage with wood chip heating is weekly service operations.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Työn tausta.....	5
1.2	Työn tavoite	5
2	LÄMMÖNTUOTTO JÄRJESTELMÄT	6
2.1	Hakelämmitys	6
2.1.1	Hakekattila.....	6
2.1.2	Biopoltin.....	7
2.1.3	Syöttö- ja siirtoruuvi.....	7
2.1.4	Purkainpohja.....	7
2.1.5	Savuhormi.....	7
2.1.6	Sammutusjärjestelmät.....	8
2.2	Maalämpö	8
2.2.1	Maalämpöpumppu	8
2.2.2	Lämmönkeruupiiri	9
2.3	Öljylämmitys.....	9
2.3.1	Öljykattila.....	9
2.3.2	Öljypoltin.....	9
2.3.3	Öljysäiliö.....	10
3	LAITTEIDEN MITOITTAMINEN JA KUSTANNUKSET.....	10
3.1	Tehojen määrittäminen	10
3.2	Hakelämmitys	11
3.3	Maalämpö	12
3.4	Öljylämmitys.....	13
4	KANNATTAVUUSLASKELMAT.....	14
4.1	Kannattavuuslaskelman lähtötiedot	14
4.2	Tulokset.....	15
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	20
	LÄHTEET.....	22
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Insinööriytössäni tutkin Laitilan Untamalan kylässä sijaitsevan rakennuskohteen lämmitysmuodon valintaa. Kohteen tontille on valmistunut vuonna 2002 omakotitalo ja autotalli, joita lämmitetään nykyään öljyllä. Öljyn kulutus on ollut keskimäärin 2 m³ vuodessa ja lisäksi varaavassa takassa ja puukiukaalla poltetaan 9 p-m³ klapeja. Rakennuksissa on vesikiertoinen lattialämmitys. Tontille on rakennettu vuonna 2012 tavarán vastaanottohalli, jonne on tarkoitus saada lämmitys. Nyt kun rakennusala on kasvanut, pitää miettiä uutta lämmitysmuotoa, jonka vuosikustannus on pienempi nykyiseen verrattuna. Lämmitysmuodon vertailussa käytän maalämpöä, hakelämmitystä ja öljylämmitystä. Valinnassa käytän vertailuaikoina 10 ja 25 vuotta, koska 10 vuoden aikavälillä tarkastellaan lyhyen ajan käyttökustannuksia ja 25 vuoden kuluttua lämmöntuotanto laitteiden tekninen käyttöikä on elinkaaren päässä.

Kannattavuuslaskelmat lasken vuoden 2013 hintojen mukaan sekä tulevaisuuden mahdollisten energian hintojen nousulla käyttäen 1,5- ja 2-kertaisia energian hintojen nousua. Kannattavuuslaskelman suoritan käyttäen annuiteettimenetelmää apuna. Annuiteettimenetelmässä jaetaan investoinnit vuotuisiin tasaeriin, jotka sisältävät lainan lyhennyksen ja koron. Kun investointiin lisätään vuotuinen energiankulutus ja energian hinta saadaan tulokseksi kokonaiskustannukset vuodessa. Haastetta laskelmien laadinnassa aiheutuu tavarán vastaanottohallin energiankulutuksen määrittelyssä, mutta energiankulutuksen selvitan Cads-ohjelmaa apuna käyttäen.

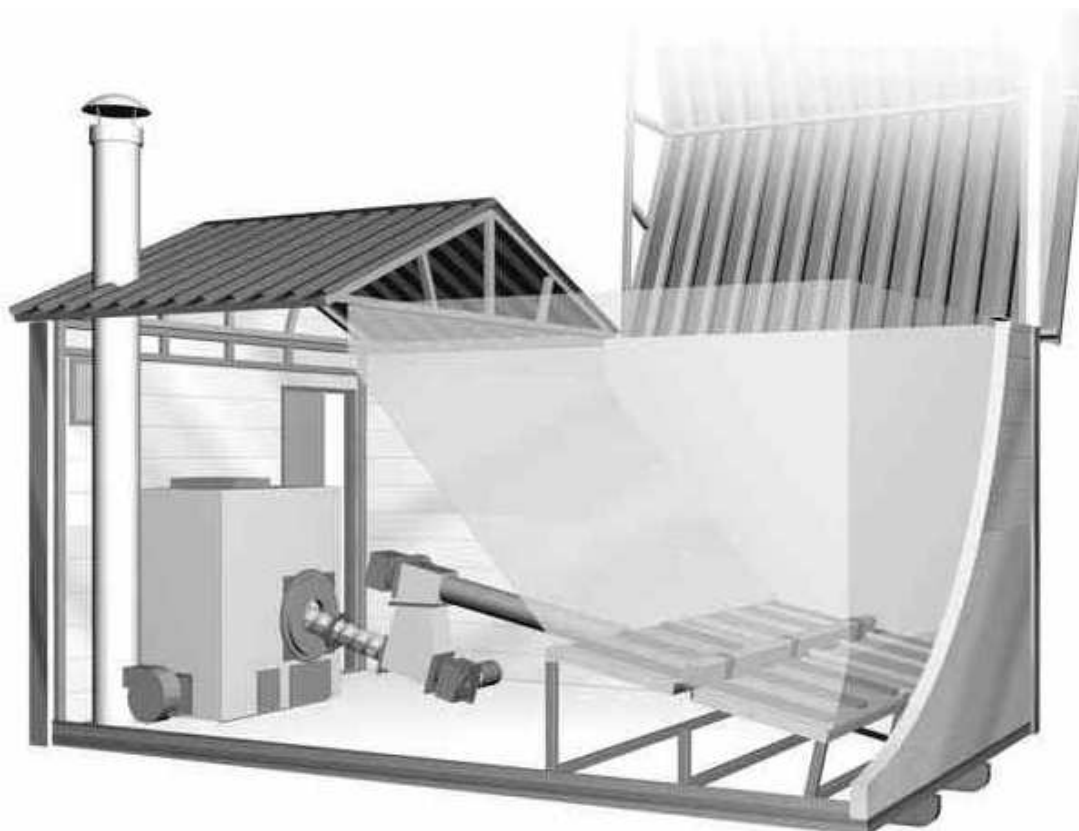
1.2 Työn tavoite

Työn tavoitteena on saada kohteeseen sopiva lämmitysmuoto, valintakriteerinä käytetään alhaista käyttökustannusta, ympäristöystävällisyyttä ja pientä huoltotarvetta. Valinnassa käytän apuna kannattavuuslaskelmia, jossa huomioidaan kohteen energiankulutusta, investointeja sekä energian mahdollisia hinnan nousuja kuvaavia muuttoksia.

2 LÄMMÖNTUOTTO JÄRJESTELMÄT

2.1 Hakelämmitys

Hakelämmitysjärjestelmä koostuu hakekattilasta, biopolttimesta, syöttö- ja siirtoruuvista, purkainpohjasta, savuhormista ja sammutusjärjestelmästä. Hakejärjestelmässä ei tarvita erillistä varaajaa, mikäli lämminvesikierukan teho on riittävä.



Kuva 1. Hakekeskuksen leikkauskuva. (Ariterm 2011, 28)

2.1.1 Hakekattila

Hakekattilassa tapahtuu hakkeen palaminen, josta saadaan lämpöä konvektiopintojen avulla siirrettyä lämmitysveteen. Haketta voidaan polttaa stokeri-, alapalo- ja arinakattilassa. Hakekattiloita asennetaan yleisesti suurempiin kohteisiin esimerkiksi maatilat. (Motivan [www-sivut](http://www.motiva.fi) 2013)

2.1.2 Biopoltin

Biopolttimen avulla tuotetaan lämpöä hakkeesta puhtaasti. Biopoltin asennetaan hakekattilaan ja biopoltinta ohjataan kattilan termostaatilla. Biopolttimessa on yksi, kaksi tai useampi palamisilmapuhallin riippuen polttimen ja kattilan tehosta. (Säätötulen [www-sivut](http://www.saatotulen.fi) 2013)

2.1.3 Syöttö- ja siirtoruuvi

Kattilan termostaatin ohjaamana säädellään syöttöruuvien ja siirtoruuvien käyntiä, jotta biopolttimessa on aina oikea määrä polttoainetta. Syöttö- ja siirtoruuvit mitoitetaan hakekattilan tehon ja poltettavan materiaalin mukaan. Mikäli poltettava materiaali on suurirakeista, käytetään suurempia ruuveja.

2.1.4 Purkainpohja

Purkainpohjan avulla siirretään varastoitu hake syöttöruuville ja purkainpohjan päälle asennetaan varastokennot, joiden sisälle varastoidaan haketta. Haketta varastoidaan muutamaksi viikoksi tai pienimmissä pohjissa yhdeksi päiväksi. Purkainpohjan koko määritellään energiakulutuksen mukaan ja kuinka usein on mahdollista lisätä haketta.

2.1.5 Savuhormi

Savuhormia pitkin hakekattilasta muodostuneet palokaasut poistetaan lämpökeskuksesta. Savuhormit ovat nykyään tehdasvalmisteisia, ja ne ovat VTT:n testaamia ja hyväksymiä. Savuhormia valittaessa on kiinnitettävä huomiota valmistajien laatimiin asennus-, käyttö-, ja huolto-ohjeisiin. Hormia valittaessa pitää kiinnittää erityistä huomiota suojaetäisyyksiin ja savukaasujen lämpötilaan. (Tukes 2009, 11)

2.1.6 Sammutusjärjestelmät

Automaattisessa polttoaineen syöttöjärjestelmässä on estettävä takatulen mahdollisuus. Turvallisuutta saadaan lisää, kun polttoaineen syöttöjärjestelmässä on kaksi erillistä turvajärjestelmää takatulen estämiseksi. Yleisesti käytetään käyttövedestä otettavaa sammutusjärjestelmää, jossa on oma painesäiliö sähkökatkojen varalle. Syöttö- ja siirtoruuvien väliin voidaan asentaa sulkusyötin, jolla estetään kattilasta olevan liekin pääsy hakevarastoon. Pienemmissä kattiloissa käytetään myös liekinvalvontalaitetta. (Tukes 2009, 13)

2.2 Maalämpö

Maalämmöllä on lämmitetty pientaloja 1970-luvun puolivälistä lähtien, mutta alkuvaiheessa lämpöpumppujen kompressorit kestivät huonosti, ja todellinen suosio tapahtui vasta 2000-luvulle tultaessa. Vuonna 2011 rakennettuihin pientaloihin valittiin lämmitysmuodoksi maalämpö lähes puoleen pientaloista. Maalämpö koostuu maalämpöpumpusta ja lämmönkeruupiiristä. Lämminvesivaraaja mitoitetaan lämpimän käyttöveden kulutuksen perusteella. (Motiva 2012, 2)

2.2.1 Maalämpöpumppu

Maalämpöpumppu käyttää hyödyksi maaperän pintakerrokseen tai vesistöön sitoutunutta aurinkoenergiaa. Lämpöpumpussa keruupiiristä tulevan nesteen lämpö höyrystää lämpöpumpussa kiertävä kylmäaineen. Höyrystyneen kylmäaineen painetta nostetaan kompressorilla, jonka johdosta kylmäaineen lämpötila nousee. Tämän jälkeen kylmäaineen lämpö lauhdutetaan rakennuksen lämmitysveteen ja kylmäaine lauhtuu lämpöpumpun lauhduttimessa nesteeksi. (Motiva 2012, 2)

2.2.2 Lämmönkeruupiiri

Lämmönkeruupiirinä käytetään yleisesti kallioon porattua lämpökaivoa. Mikäli tontti on iso, voidaan vaihtoehtoisesti käyttää myös vaakaputkistoa, joka sijoitetaan noin metrin syvyyteen maanpinnasta. Kolmantena vaihtoehtona on vesistöön sijoitettava putkisto, joka ankkuroidaan painoilla pohjasedimenttiin. Keruupiirissä kierrätetään jäätymätöntä nestettä, jossa neste lämpenee muutamalla asteella lenkin aikana. (Motiva 2012, 2)

2.3 Öljylämmitys

Öljylämmitys koostuu öljykattilasta, öljypolttimesta, säätölaitteista ja öljysäiliöstä. Järjestelmä tuottaa lämpimän käyttöveden ja huoneiden tarvitseman lämmitysenergian, jolloin lämmin käyttövesi ei tarvitse erillistä lämminvesivaraajaa. Huoneisiin tuotava lämpö järjestetään vesikiertoisella lämmöjakojärjestelmällä. (Motivan www-sivut 2013)

2.3.1 Öljykattila

Öljykattilassa öljyn palamisesta muodostunut lämpö siirretään konvektiopintoja pitkin lämmitysveteen. Lämmin käyttövesi tuotetaan käyttövesikierukalla, joka sijaitsee kattilan lämmitysvedessä.

2.3.2 Öljypoltin

Öljypolttimen avulla syötetään öljyä ja palamisilmaa öljykattilan palotilaan. Polttimessa nestemäinen öljy muutetaan hienojakoiseksi sumuksi. Öljypoltimesta säädetään oikean suuruinen öljysumun ja ilman seos, jotta vältetään öljykattilan ja savuhormin nokeentumiselta. (Neste oilin www-sivut 2013)

2.3.3 Öljysäiliö

Öljysäiliö voidaan asentaa maahan tai sijoittaa rakennuksen sisätiloihin. Maahan asennetut säiliöt ovat useimmiten lieriömäisiä makaavia säiliöitä, joiden päältä on maanpintaan saakka ulottuva huoltokaivo. Sisätiloissa oleva öljysäiliö on muovia, ja niiden ympärillä on riittävän kokoinen valuma-allas. Säiliöön asennetaan öljyn täyttö- ja ilmaputki ja sen lisäksi öljypolttimelle meno- ja paluuputki. Öljysäiliössä pitää olla ylitäytönestintäyttöputken läheisyydessä. (Neste oilin [www-sivut](http://www.neste.fi) 2013)

3 LAITTEIDEN MITOITTAMINEN JA KUSTANNUKSET

3.1 Tehojen määrittäminen

Kohteen tehojen määrittämisessä laskin jokaiselle rakennukselle maksimaalisen tehontarpeen sekä todellisen vuotuisen lämmitysenergiankulutuksen. Maksimaalisen tehontarpeen määrittelyssä sain asukkaalta rakennusvaipan rakenteiden U-arvot leikkauksista ja rakennusosien pinta-alat määritin rakennusten pohja- ja julkisivupiirustuksista. Maksimaalisen tehontarpeen laskennan suoritin Suomen rakennusmääräyskokoelman D5 ohjeiden mukaan. Laskennassa piti huomioida että autotalli ja tavaravastaanottohalli ovat puolilämmintä tilaa, joiden sisälämpötila on 15 °C. Asuinrakennuksen, autotallin ja tavaravastaanottohallin tehon tarpeet ovat asuinrakennuksessa 6,5 kW, autotallissa 4,4 kW ja hallissa 16,4 kW.

Rakennusten energiankulutuksessa käytin saatua tietoa, jossa kerrottiin tämän hetkinen öljyn kulutus, jonka muutin vastaamaan kilowattitunteja. Vuodesta 2002 vuoteen 2013 öljyn kulutus on ollut 2000 litraa vuodessa ja lämmitysenergian kulutuksen määrittämisessä käytin lämpöarvona 42,7 MJ/kg sekä polttoöljyn tiheytenä 0,8 kg/dm³ ja vanhan öljykattilan hyötysuhteena 85%. Asuinrakennuksen ja autotallin yhteinen energiankulutus öljyllä on 16000 kWh/a. Klapien kulutusta en huomionut, koska käyttäjältä saatujen tietojen mukaan klapien kulutus ei muutu vaikka lämmityslaitteistot vaihdetaan. Tällä hetkellä klapeja käytetään saunan ja puuhellan lämmi-

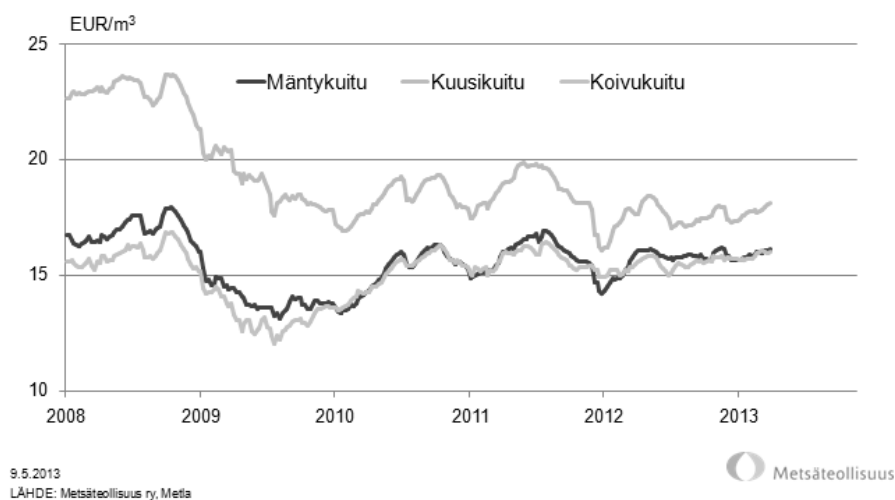
tykseen. Uuden hallin energiankulutuksen jouduin määrittämään Cads-ohjelman avulla, jolla pystyy tekemään energiaselvityksen. Hallin energiakulutus on 26000 kWh/a.

3.2 Hakelämmitys

Hakelämmityslaitteistoksi valitsin Aritermin laitteet. Pyysin Ariterm jälleenmyynnistä kokonaishinnan kattilasta, syöttöruuveista ja pohjasta, jolloin kokonaishinnaksi muodostui 24 000 euroa. Tarkastelujakson aikana muodostuu huoltokuluja savuhormin nuohouksesta 51 euroa, ja tarvittavien tarkastusten ja tuhkan poistoihin 20 tuntia vuodessa 40 euron tuntihintaan. Automatiikkalaitteiden tekninen käyttöikä on 15 vuotta, joten automatiikka laitteista aiheutuu 3600 euron tarvikekulut. Laskelmassa varauduin mahdolliseen sähkömoottorin palamiseen, joten sähkömoottorin hinta on 700 euroa. Hakelämmityksessä valmiin hakkeen hintana käytin 24 €/ i-m³, jonka päälle tulee vielä 1,2 €/km matka-kustannukset, mutta matkakustannuksia ei ole huomioitu laskennassa. Hakkeen hinnanmuunnoksen (17,5 €/ MWh) tein, käyttämällä lämpöarvona 5,4 kWh/kg, irtotiheytenä 3200 MJ/ i-m³ ja polttoaineen kosteutena 30 %.

Kuitupuun kantohinnat Suomessa 2008-2013

4 viikon liukuva keskiarvo

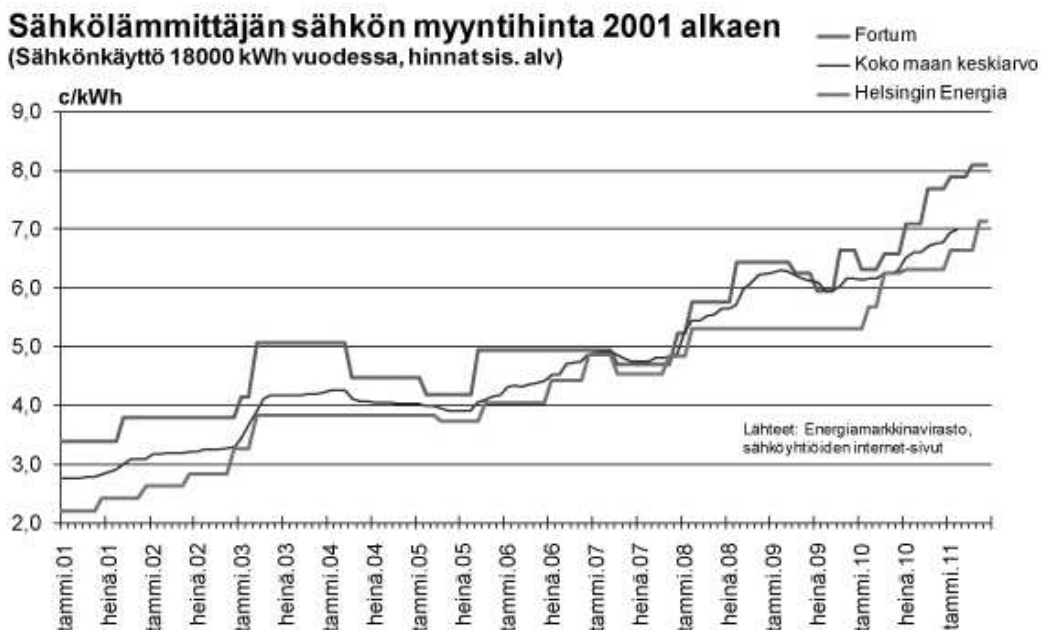


Kuva 2. Kuitupuun hinnan kehitys (Metsäteollisuuden www-sivut 2013)

Kuvasta 2 näkyy, kuinka puun hinta on pysynyt lähes vakiona viiden vuoden kulussa. Kuusikuidun hinta on laskenut 18 % vuodesta 2008 vuoteen 2013 ja mäntykuidun ja koivukuidun hinnassa ei ole tapahtunut suurta muutosta. Koivukuidun hinta on pysynyt lähes samana. Sen lämpöarvo on parempi mäntyyn ja kuuseen verrattuna, joten kannattaa suosia koivua lämmityksessä. Näin ollen pitkällä aikavälillä voidaan olettaa, ettei puun hinnassa tapahdu suuria muutoksia tulevaisuudessakaan.

3.3 Maalämpö

Maalämpöpumpuksi valitsin Nibe F1345-24 ja 500 litran käyttövesivaraajan sekä lämpöpumpun toimintaan tarvittavat laitteet. Lämmönkeruupiiriksi valitsin lämpökaivon, jonka laitevalmistaja on mitoittanut tarvittavan tehon mukaan. Lämpökaivojen aktiivisyvyys on 200 metriä ja lämpökaivoja tarvitaan kaksi kappaletta. Lämpöpumpun hinnaksi muodostui 19 000 euroa ja lämpökaivojen 14 000 euroa. Lämpöpumpun tekninen käyttöikä on 10–15 vuotta, joten pidemmän aikavälin tarkastelussa joudutaan lämpöpumppu vaihtamaan, mistä aiheutuu 9000 euron kustannukset. Maalämpöpumppu käyttää sähköä noin 12000 kilowattituntia vuodessa ja laskennassa käytin Lännen Omavoiman sähkön hintaa 14,66 snt/kWh, jonka lisäksi tein esimerkkilaskut, jossa sähkön hinta 1,5- ja 2-kertaistui. Maalämmön huolto- ja tarkastustehtäviin kuluu yksi tunti vuodessa 40 euron tuntihintaan.



Kuva 3. Sähkön hinnan kehitys (Helsingin energian www-sivut 2011)

Kuvasta 3 näkyy kymmenen vuoden sähkön hinnankehitys ilman sähkönsiirtomaksua. Kymmenessä vuodessa sähkön hinta on kaksinkertaistunut. Sähkön hinnan nousu on ollut melko tasaista.

3.4 Öljylämmitys

Öljylämmityksen investointeja ovat öljykattila, öljysäiliö ja öljypoltin. Valitsin Jäspin öljykattilan, Li-plastin öljysäiliön ja Oilonin öljypoltin. Näiden kokonaishinnaksi muodostui 5500 euroa. Öljypoltin tekninen käyttöikä on 15 vuotta, jolloin polttimen vaihtokustannukset pitää huomioida pidemmän aikavälin tarkastelussa. Öljylämmityksessä huomioin savuhormin nuohouksen kerran vuodessa (51 euroa) ja tarkastus- ja huoltotöitä 4 tuntia vuodessa 40 euron tuntihintaan. Polttoöljyn hinnan (1,03 €/l) selvitin Neste Oilin www-sivuilla 15.5.2013.



Kuva 4. Öljyn hinnan kehitys (Öljyalan keskusliiton www-sivut 2013)

Kuvasta 4 näkyy 13 vuoden öljyn hinnan kehitys, joka on ollut suurta, jolloin öljylämmityksen kustannukset muodostuvat keskeisesti öljyn kulutuksesta. 2000-luvun alusta lähtien oli nousua vuoteen 2008 saakka, jolloin oli taantuma ja öljyn hinta las-
ki. Vuonna 2009 hinta lähti uudelleen nousuun, ja 2000-luvun hinnannousu on ollut kolminkertainen.

4 KANNATTAVUUSLASKELMAT

4.1 Kannattavuuslaskelman lähtötiedot

Kannattavuuslaskelmat on laskettu vuoden 2013 hintojen mukaisesti, sekä esimerkki-
laskut, jossa hinnat nousevat 1,5-kertaisesti ja 2-kertaisesti. Lisäksi taulukossa 3 on
esimerkkilaskelma, jossa lainakorko nousee neljään prosenttiin. Kannattavuus-
laskelmassa käytin apuna Microsoft Excel ohjelmaa, jonka avulla tein taulukot. Las-
kentataulukoon syötin hankintahinnat sekä pitkällä aikavälillä tarvittavien varaosien
hinnat. Lämmitysjärjestelmien hyötysuhteina käytin hakelämmityksessä 90 %, öljy-
lämmityksessä 93 % ja maalämmössä 350 %.

Investointikustannukset laskin annuiteettimenetelmällä, jossa huomioitiin korkoprosentti, takaisinmaksuaika ja lämmitysenergiankulutus. 25 vuoden laskenta-aikavälillä huomioin, että 15 vuoden lopussa tulevien varaosien hankinnat ja asennuksista muodostuneet kulut on lisätty vuosikustannuksiin. Kannattavuuslaskelmat eivät sisällä teknisen tilan rakennuskustannuksia, koska tilat täytyy tehdä jokaiselle vaihtoehdolle. Tavarantoimituksen vastaanottohallin lämmönluovuttimien, putkien ja laitteiden hintoja ei ole huomioitu laskelmissa, koska jokaiseen lämmöntuotantojärjestelmään pitää lisäksi huomioida nämä tarvittavat laitteet.

4.2 Tulokset

Kannattavuuslaskelmassa 10 vuoden laskenta-ajalla ei ole huomioitu 15 vuoden kuluttua aiheutuvia maalämpöpumpun vaihdosta tulevia kuluja. Laskelma on vuoden 2013 hintojen mukaisesti laskettu. Taulukossa 1 on esitetty vuosikustannukset, jossa on huomioitu investoinnin takaisinmaksuaika, kunnassapidon kustannukset sekä energian hankinnasta muodostuneet kulut.

Kannattavuuslaskelmassa 25 vuoden laskenta-ajalla on huomioitu 15 vuoden kuluttua vaihdettava lämpöpumppu, jonka hinta 9000 euroa, hakelämmitysjärjestelmän automatiikan uusiminen (4300 euroa) ja öljylämmityksen öljypolttimen vaihto (1000 euroa). Taulukossa 2 on pidemmällä aikavälillä tapahtuneen investoinnin vuosikustannukset, näin ollen alkuinvestointi on maksettu takaisin vasta 25 vuoden kuluttua. Pidempään tarkastelujaksoon aiheutuu lisäkuluja varaosien hankinnasta ja asennuksesta. Taulukossa 3 on samat lähtötiedot kuin taulukossa 2, mutta korkoprosentti on noussut neljään prosenttiin.

Taulukko1. Kokonaiskustannukset vuodessa 10 vuoden laskenta-ajalla ja vuoden 2013 hinnoilla

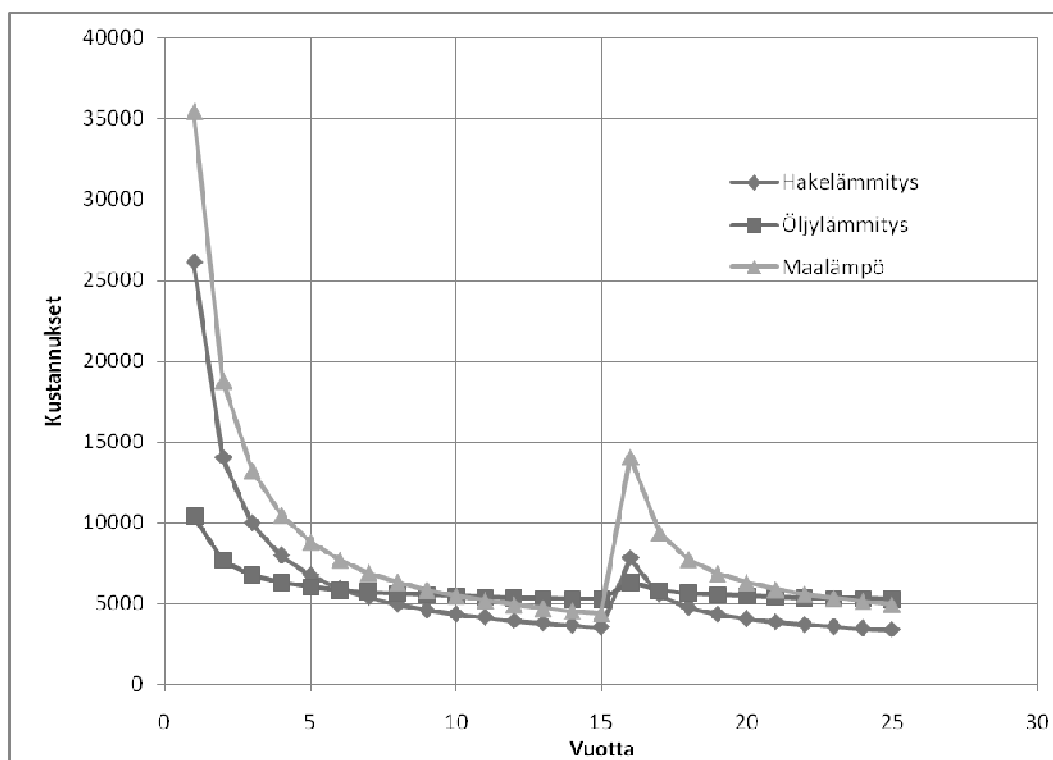
Lämmön- tarve	42000	kWh/vuosi					
Laskenta- aika	10	Vuotta					
Korko	2,0	%					
Lämmitys- muoto	Hankinta- kustan- nukset	Vara- osat	Energian hintaa	Energian hintaa	Kunnossa- pitokustan- nukset	Investoin- tikustan- nukset	Kokonais- kustan- nukset
	€		€/MWh	€/vuosi	€/vuosi	€/vuosi	€/vuosi
Hakelämmitys	24000	0	17,5	817	851	2672	4340
Öljylämmitys	5500	0	102,6	4632	211	612	5455
Maalämpö	33000	0	146,6	1759	40	3674	5473

Taulukko 2. Kokonaiskustannukset vuodessa 25 vuoden laskenta-ajalla ja vuoden 2013 hinnoilla

Lämmön- tarve	42000	kWh/vuosi					
Laskenta- aika	25	Vuotta					
Korko	2,0	%					
Lämmitys- muoto	Hankinta- kustan- nukset	Vara- osat	Energian hintaa	Energian hintaa	Kunnossa- pitokustan- nukset	Investoin- tikustan- nukset	Kokonais- kustan- nukset
	€		€/MWh	€/vuosi	€/vuosi	€/vuosi	€/vuosi
Hakelämmitys	24000	4300	17,5	817	851	1229	3376
Öljylämmitys	5500	1000	102,6	4632	211	333	5287
Maalämpö	33000	9000	146,6	1759	40	2151	4952

Taulukko 3. Kokonaiskustannukset vuodessa 25 vuoden laskenta-ajalla ja energian hinnat vuoden 2013 mukaisesti mutta korkoprosentti 4,0 %.

Lämmön- tarve	42000	kWh/vuosi					
Laskenta- aika	25	Vuotta					
Korko	4,0	%					
Lämmitys- muoto	Hankinta- kustan- nukset	Vara- osat	Energian hinta	Energian hinta	Kunnossa- pitokustan- nukset	Investoin- tikustan- nukset	Kokonais- kustan- nukset
	€		€/MWh	€/vuosi	€/vuosi	€/vuosi	€/vuosi
Hakelämmitys	24000	4300	17,5	817	851	1536	3734
Öljylämmitys	5500	1000	102,6	4632	211	416	5382
Maalämpö	33000	9000	146,6	1759	40	2689	5597



Kuva 5. Vuosikustannusten kehitys laskenta-aikavälillä.

Kuvaajasta 5 näkyy kuinka alkuinvestoinnin jälkeen vuosikustannukset tasoittuvat. Öljylämmityksen alkuinvestointi on pieni, mutta käyttökustannukset nostavat öljylämmityksen hintaa. Kuvasta näkee miten 15 vuoden kuluttua vaihdettavat maalämmön lämpöpumppu, hakelämmitysjärjestelmän automatiikka ja öljylämmityksen öljy-

jypoltin vaikuttavat kustannuksiin. Alkuinvestointikustannusten takaisinmaksuaika on 25 vuotta ja 15 vuotena syntyneiden korjauskustannusten takaisinmaksuaika on 10 vuotta.

Taulukossa 4 ja 5 oletetaan, että energian hinta 1,5-kertaistuu laskenta-ajan aikana. Laskennassa 1,5-kertainen hinnan korotus on laskettu aikavälin keskimääräisenä hinnan nousuna. Koska tulevaisuutta ei ole helppo ennustaa, käytin keskimääräistä hinnan nousua.

Taulukko 4. Kokonaiskustannukset vuodessa 10 vuoden laskenta-ajalla ja energian hinnat 1,5- kertaistuvat.

Lämmön- tarve	42000	kWh/vuosi					
Laskenta- aika	10	Vuotta					
Korko	2,0	%					
Lämmitys- muoto	Hankinta- kustan- nukset	Vara- osat	Energian hintaa	Energian hintaa	Kunnossa- pitokustan- nukset	Investoin- tikustan- nukset	Kokonais- kustan- nukset
	€		€/MWh	€/vuosi	€/vuosi	€/vuosi	€/vuosi
Hakelämmitys	24000	0	26,3	1225	851	2672	4748
Öljylämmitys	5500	0	153,8	6948	211	612	7771
Maalämpö	33000	0	219,9	2639	40	3674	6353

Taulukko 5. Kokonaiskustannukset vuodessa 25 vuoden laskenta-ajalla ja energian hinnat 1,5- kertaistuvat.

Lämmön- tarve	42000	kWh/vuosi					
Laskenta- aika	25	Vuotta					
Korko	2,0	%					
Lämmitys- muoto	Hankinta- kustan- nukset	Vara- osat	Energian hinta	Energian hinta	Kunnossa- pitokustan- nukset	Investoin- tikustan- nukset	Kokonais- kustan- nukset
	€		€/MWh	€/vuosi	€/vuosi	€/vuosi	€/vuosi
Hakelämmitys	24000	4300	26,3	1225	851	1229	3784
Öljylämmitys	5500	1000	153,8	6948	211	333	7603
Maalämpö	33000	9000	219,9	2639	40	2151	5832

Taulukossa 6 ja 7 oletetaan energian hinnan nousevan 2- kertaiseksi. Energian hin-
nan nousu nostaa etenkin öljylämmityksen käyttökustannukset todella korkeaksi.

Taulukko 6. Kokonaiskustannukset vuodessa 10 vuoden laskenta-ajalla ja energian hinnat 2- kertaistuvat.

Lämmön- tarve	42000	kWh/vuosi					
Laskenta- aika	10	Vuotta					
Korko	2,0	%					
Lämmitys- muoto	Hankinta- kustan- nukset	Vara- osat	Energian hinta	Energian hinta	Kunnossa- pitokustan- nukset	Investoin- tikustan- nukset	Kokonais- kustan- nukset
	€		€/MWh	€/vuosi	€/vuosi	€/vuosi	€/vuosi
Hakelämmitys	24000	0	35,0	1633	851	2672	5156
Öljylämmitys	5500	0	205,1	9263	211	612	10087
Maalämpö	33000	0	293,2	3518	40	3674	7232

Taulukko 7. Kokonaiskustannukset vuodessa 25 vuoden laskenta-ajalla ja energian hinnat 2- kertaistuvat.

Lämmön- tarve	42000	kWh/vuosi					
Laskenta- aika	25	Vuotta					
Korko	2,0	%					
Lämmitys- muoto	Hankinta- kustan- nukset	Vara- osat	Energian hinta	Energian hinta	Kunnossa- pitokustan- nukset	Investoin- tikustan- nukset	Kokonais- kustan- nukset
	€		€/MWh	€/vuosi	€/vuosi	€/vuosi	€/vuosi
Hakelämmitys	24000	4300	35,0	1633	851	1229	4192
Öljylämmitys	5500	1000	205,1	9263	211	333	9919
Maalämpö	33000	9000	293,2	3518	40	2151	6712

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoitteena oli selvittää, mikä lämmitysmuoto olisi vuosikustannuksiltaan edullisin. Järjestelmän valinnassa kriteerinä oli myös ympäristöystävällisyys ja vähäinen huollontarve. Aloitin opinnäytetyön työstämisen tutkimalla eri laitteiden soveltuvuutta kohteeseen. Tämän jälkeen valitsin laitetoimittajat ja pyysin heiltä tarjoukset. Keskitin tutkimuksen pelkkään lämmöntuotantojärjestelmään, koska samat lämmönjakolaitteet pitää hankkia joka lämmitysjärjestelmään. Työssäni opin huomioimaan eri kohteiden erityistarpeet, joihin osaan valmistautua tulevaisuuden kannattavuuslaskelmissani. Opin etsimään tietoa eri lähteitä käyttäen ja kysymällä tietoa laitevalmistajilta.

Kohteen lämmöntuotantojärjestelmäksi suosittelen hakelämmitystä, koska jokaisessa kannattavuuslaskelmassa tämän järjestelmän vuosikustannukset ovat pienimmät. Vaikka hakelämmitysjärjestelmällä on suuri investointikustannus, maksaa investointi itsensä takaisin aika nopeasti. Kuvista 3 ja 4 näkee miten sähkön ja öljyn hinnat ovat nousseet melko paljon, josta voidaan päätellä, että niiden hinnat voivat nousta tulevaisuudessakin. Kuvasta 2 näkee miten puun hinta on pysynyt melkein samana ja voidaan olettaa, että tulevaisuudessakin puun hinnan muutokset ovat pienemmät kuin sähköllä ja öljyllä. Näin ollen energian hinnan kehitystä katsoen hakelämmitysjärjes-

telmän kannattavuus paranee pitkällä aikavälillä. Laskennat on suoritettu ostohakkeella, mutta kohteessa on mahdollista tehdä hake omasta puusta, ja näin ollen käyttökustannukset pienenevät.

Hakelämmitysjärjestelmän huonona puolena ovat melko suuret huoltokustannukset, koska puun poltosta muodostuu tuhkaa. Tuhkaa kannattaa poistaa riittävän usein, jotta lämmityskattilan hyötysuhde pysyy hyvänä. Sen lisäksi automatiikan tekninen käyttöikä on 15 vuotta, joten automatiikkalaitteiden uusimisesta aiheutuu kuluja 4300 euron edestä. Viikoittaisten tarkastuskäyntien määrä pienenee maalämmössä, koska maalämmössä ei ole itse tehtäviä huoltotöitä. Maalämmössä on suuri kustannus lämpöpumpun uusimisessa.

Mikäli investointiin otettava laina maksetaan merkittävästi nopeammin takaisin kuin järjestelmän oletettu tekninen käyttöikä on, saavutetaan vielä paremmin kannattava sijoitus. Kannattavuuslaskennan huonona puolena on, että tulevaisuuden energian hintoja ei osata tarpeeksi tarkkaan arvioida.

Nykyajan laitteilla palaminen on puhdasta, josta muodostuu ainoastaan vähäisessä määrin hiilidioksidia ja lentotuhkaa. Tämän kokoluokan laitteessa ei tarvitse asentaa savukaasunpuhdistuslaitteita. Verrattaessa öljylämmitystä hakelämmitykseen, puu on ekologisempi vaihtoehto, koska puu on uusiutuva luonnonvara.

LÄHTEET

Biolämpöopas 08/2011. Saarijärvi: Ariterm. Viitattu 12.3.2013.

Helsingin energian www-sivut. 2011. Viitattu 3.5.2013. <http://www.helen.fi>

Kiinteän polttoaineen lämmityskattiloiden turvallisuus 10/2009. Helsinki: Tukes. Viitattu 19.3.2013.

Lämpöä omasta maasta 07/2012. Helsinki: Motiva. Viitattu 26.3.2013.

Metsäteollisuus ry:n www-sivut. 2013. Viitattu 3.5.2013.
<http://www.metsateollisuus.fi>

Motivan www-sivut. 2013. Viitattu 12.3.2013. <http://www.motiva.fi>

Neste oilin www-sivut. 2013. Viitattu 26.3.2013. <http://www.neste.fi>

Säättötulen www-sivut. 2013. Viitattu 12.3.2013. <http://www.saatotuli.fi>

Öljyalan keskusliiton www-sivut.2013.Viitattu 3.5.2013. <http://www.oil.fi>

LIITE 1

Kuvan 5 laaditun kuvaajan tiedot. Taulukosta 8 näkee vuosikustannukset, mikäli investoinnin maksaa takaisin 5 vuodessa on hakelämmitysjärjestelmässä kustannukset 6759 euroa vuodessa. Minkä jälkeen koko investointi on maksettu takaisin ja kuluja muodostuu ainoastaan kunnossapidosta ja energian hankinnasta. Vuoden 15 jälkeen vuosikustannukset nousevat, koska lämmöntuotantojärjestelmiin on hankittava varaosia (hakelämmitysjärjestelmään automatiikkalaitteet, öljylämmitykseen öljypoltin ja maalämpöpumppu).

Taulukko 8. Investoinnin vuosikustannukset, eri käyttöiän mukaan ja energian hinnat vuoden 2013 ja korkoprosentti 2,0%.

	Hakelämmitys	öljylämmitys	maalämpö
Vuosi	€/vuosi	€/vuosi	€/vuosi
1	26148	10453	35459
2	14029	7676	18796
3	9990	6750	13242
4	7971	6287	10466
5	6759	6010	8800
6	5952	5825	7691
7	5376	5693	6898
8	4944	5594	6304
9	4608	5517	5842
10	4340	5455	5473
11	4150	5405	5171
12	3937	5363	4920
13	3783	5327	4707
14	3650	5297	4525
15	3535	5271	4367
16	7821	6341	14073
17	5562	5813	9373
18	4760	5623	7721
19	4328	5520	6842
20	4048	5452	6277
21	3846	5403	5875
22	3691	5365	5568
23	3567	5335	5324
24	3463	5309	5122
25	3376	5287	4952